

# 内の海養殖漁場環境調査

酒井基介・高木俊祐・宮田 匠

魚類養殖漁場環境調査の一環として、内の海における養殖漁場の海況、水質、プランクトンの出現動向及び底質の状況を調査することにより、漁場の環境特性を把握するための基礎資料を得るとともに養殖経営の安定に役立てるために実施した。

## 方 法

図 1 に調査地点を示した。また、調査項目及び観測層は表 1 に一括して示した。

海況、水質及びプランクトンについて St.1~6 の 6 地点で、平成 9 年 4 月~平成 10 年 3 月の間、水質について月 1~2 回、海況及びプランクトンについて月 1~3 回の頻度で実施した。

有毒プランクトンは、麻痺性貝毒原因種として、*Alexandrium* と *Alexandrium catenella* を、下痢性貝毒原因種として、*Dinophysis fortii* と *Dinophysis acuminata* を対象に 4~7 月及び翌年 2, 3 月の出現状況を調査した。有害プランクトンは、主として *Chattonella* と *Gymnodinium mikimotoi* を対象に期間を限定せず出現状況を調査した。プランクトンの計数は、対象種が 1cells/mℓ 未満の場合は、8 μm 径のフィルターで試水 1,000mℓ を 10mℓ まで浸縮したものを 1mℓ 用い、1 cells/mℓ 以上の場合は、無処理の試水 0.5~1mℓ を 1~3 回計数し、1mℓ 当たりの細胞数に換算した。

水温と塩分の測定は、STD (AST-1000M アレック電子社製) 及びククロテック (ACL-215-DK アレック電子社製) を用い、溶存酸素量の測定には、デジタル DO メーター (モデル 58YSI 社製) を用いた。栄養塩類の測定は、試水を GF/C フィルターで濾過した後凍結保存したものを、TRAACS800 (プラン・ルーベ社製) を用いて行った。

底質について St.2~7 の 6 地点で、平成 9 年 9 月 25 日に実施し、採泥はエクマンバージ採泥器を用いて行い、表層泥を試料として COD、全硫化物、強熱減量について分析した。

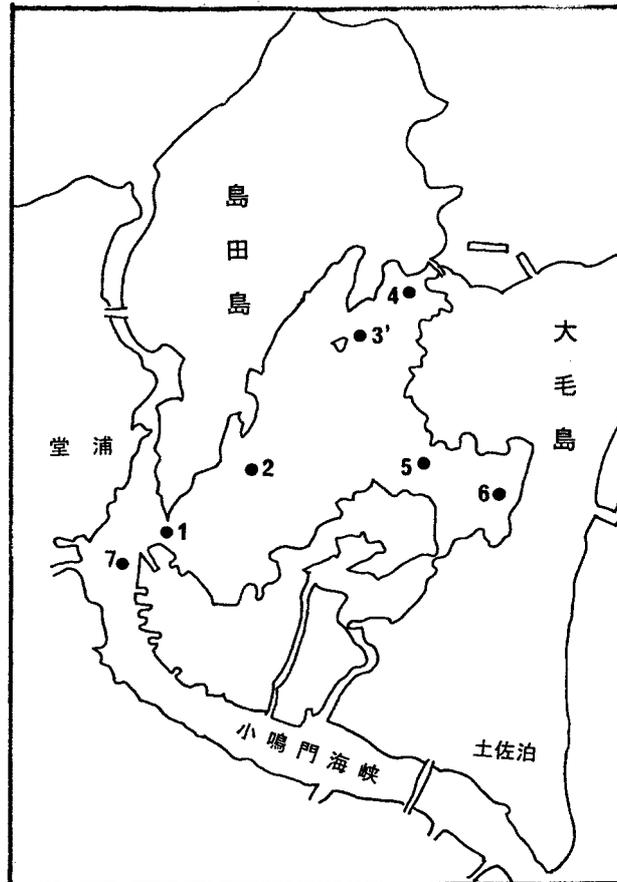


図1 調査地点

表1 調査項目及び観測層

調査項目	St.	1	2	3'	4	5	6	7
水温・塩分		○	○	○	○	○	○	
溶存酸素量(1.5・10…B-1m)		○	○	○	○	○	○	
透明度		○	○	○	○	○	○	
栄養塩・COD	1m					○		
	5m					○		
	10m					○		
プランクトン 0~5m柱状採水		○	○	○	○	○	○	
プランクトン 0~10mネット鉛直曳き						○		
底質調査(COD・全硫化物)			○	○	○	○	○	○

## 結 果

### 1 水温 ( )

St.5 における水温の推移を図2に示した。

1m層では、4月上旬に11を越えており、5月上旬に15、6月中旬に20、7月下旬に25、8月下旬に最高水温の27.6に達した。その後低下し始め、10月上旬~12月上旬にかけて低下は著しく、1月末~2月下旬にかけては10以下で推移し、最低水温は1月末の9.3であった。2月末には10、3月下旬には11へと緩やかに上昇した。10m層では、4月上旬に11を越えており、5月上中旬に15、6月下旬に20、8月中旬に25、9月上旬に最高水温の26.8に達した。その低下に転じ、9月下旬~11月の

間は表底層の差がない状態で推移した。12月と1月中旬には1m層と10m層にやや差があり、12月では1m層が0.5高く、1月では10m層が0.6高かった。1月末～3月中下旬までは再び表底層の差はなく推移し、3月末には1m層で12、10m層で11となった。

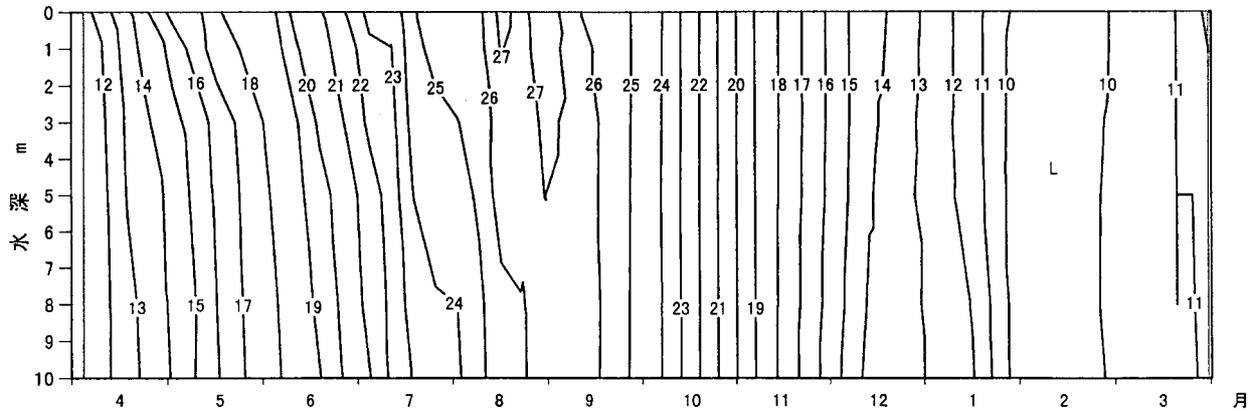


図2 St.5における水温 ( )

## 2 塩分

St.5における塩分の推移を図3に示した。

4月上旬には全層で32.6以上であったが、7月中下旬までに32へと緩やかに低下した。8月上旬には31.4、8月中下旬には31.2、9月上旬には表層で31を下回った。その後、高くなり始め10月上旬には全層で31.6、11月中旬に32、翌年2月には概ね32.4前後であったが、2月下旬には上層から低下し始め、3月末には全層で32.2以下となった。

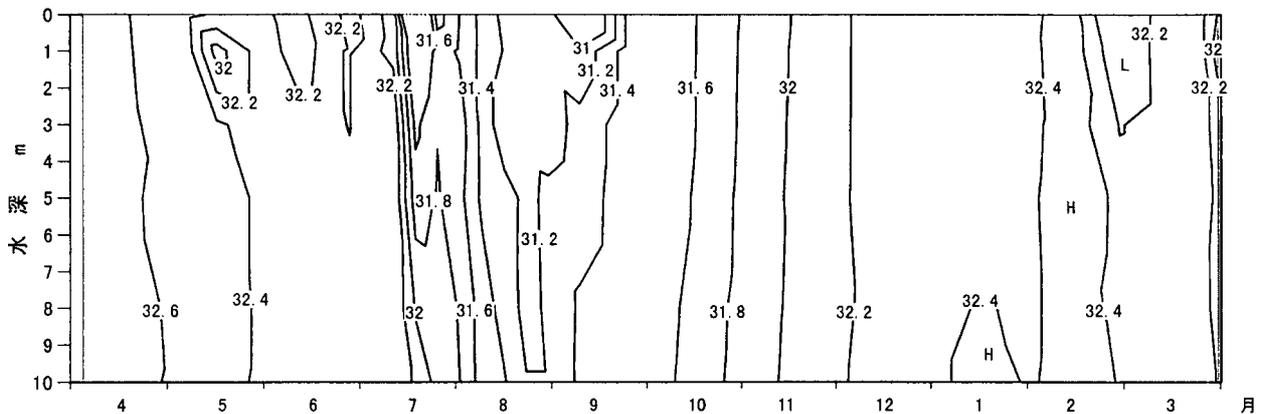


図3 St.5における塩分

## 3 透明度 (m)

各調査地点における透明度の全点平均・最高・最低値を図4に示した。

St.1で3.4～9.1(平均6.4)、St.2で3.4～8.5(平均6.1)、St.3で3.6～10.4(平均6.5)、St.4で4.0～8.4(平均6.1)、St.5で2.8～11.5(平均6.7)、St.6で3.7～12.1(平均7.7)であった。時期別にみると夏期に低く、冬期に高かった。また、地点間の差は、夏期に小さく、冬期に大きかった。

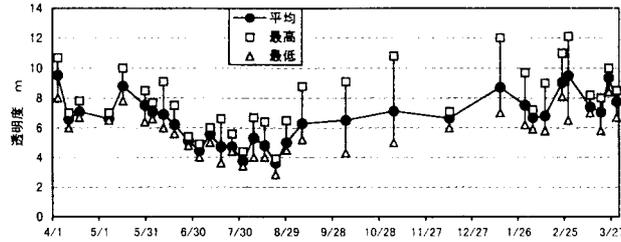


図4 透明度 (全点平均・最高・量低値)

#### 4 COD (ppm)

各調査地点のCODを表2に示した。

調査地点間には明瞭な差はみられず，時期別では夏期に高く，冬期に低かった。層別では底層でやや低かった。

表2 COD (ppm)

St.	層(m)	4/11	5/16	6/4	7/4	7/18	8/1	9/8	10/6	11/6	12/12	1/14	2/4	3/13	平均	最高	最低
2	1	0.53	0.56	0.43	0.60	0.64	1.07	0.61	0.50	0.63	0.46	0.57	0.55	0.62	0.60	1.07	0.43
4	1	0.53	0.70	0.56	0.70	0.80	0.80	0.59	0.50	0.50	0.41	0.65	0.55	0.47	0.60	0.80	0.41
5	1	0.56	0.53	0.42	0.61	0.64	0.78	0.70	0.64	0.63	0.47	0.81	0.57	0.78	0.63	0.81	0.42
	5	0.56	0.53	0.53	0.73	0.80	0.82	0.61	0.64	0.50	0.52	0.63	0.53	0.78	0.63	0.82	0.50
	10	0.48	0.57	0.40	0.61	0.50	0.72	0.61	0.50	0.63	0.39	0.55	0.39	0.78	0.55	0.78	0.39

#### 5 溶存酸素量

St.5における溶存酸素量(cc/l)と酸素飽和度(%)の推移を図5に示した。

7月中旬に *G.mikimotoi* の増殖によって2~3m層付近に極大層がみられ，酸素量は6.5以上，飽和度は120以上であった。底層での貧酸素は6月と8月下旬~9月中旬にみられ，9月上中旬には全層で酸素量4以下と低かった。その後全層で増加し始め，酸素量は10月末に5，翌年2月初めには7を越えた。

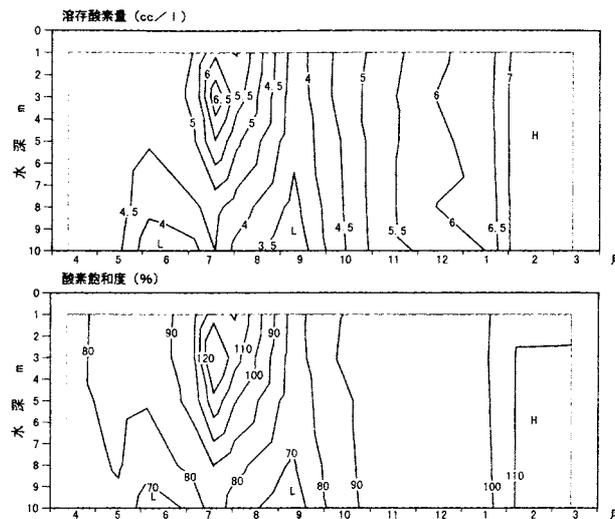


図5 St.5における溶存酸素量と酸素飽和度

## 6 栄養塩 ( $\mu\text{g-at/l}$ )

St.5 における栄養塩の推移を図 6 に示した。

$\text{PO}_4\text{-P}$  と  $\text{DIN}$  はほぼ同様な推移をしたが、6月に  $\text{PO}_4\text{-P}$  が増加したときには  $\text{DIN}$  に顕著な増加はみられなかった。 $\text{PO}_4\text{-P}$  と  $\text{DIN}$  のいずれも4~8月の間は低く推移することが多く、9,10月に増加した。11月に一時減少し、12月に再び増加、1月にピークとなった。2,3月には急激に減少し、3月には全層で、 $\text{PO}_4\text{-P}$  が0.1以下、 $\text{DIN}$  が2以下となった。 $\text{SiO}_2\text{-Si}$  は4月、翌年2,3月を除く期間では概ね10以上で推移し、ピークは8月であった。

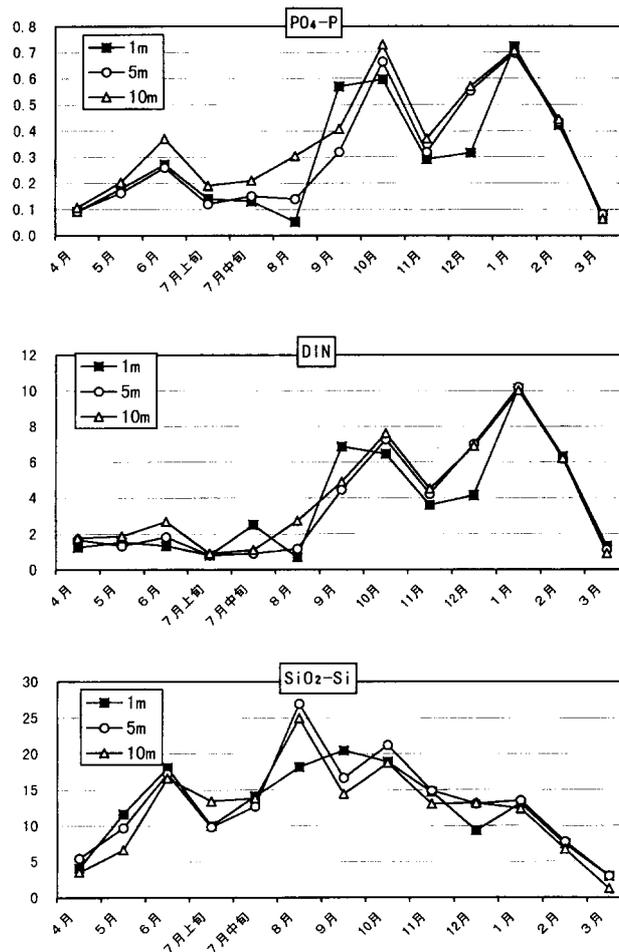


図 6 St.5 における栄養塩 (  $\mu\text{g-at/l}$  )

7 プランクトン (cells/ml)

1) 有毒プランクトン

*Alexandrium* 属の出現数を図7に、*Dinophysis* 属の出現数を図8に示した。

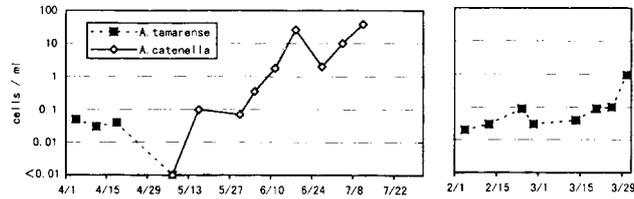


図7 *Alexandrium* 属の出現数

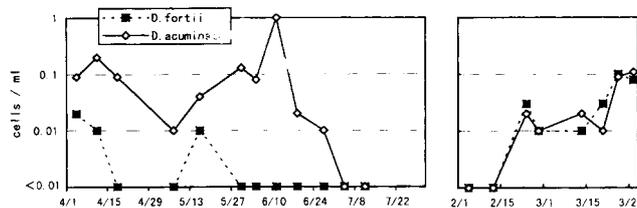


図8 *Dinophysis* の出現数

*A. tamarense* は4月及び翌年2,3月に出現し、それぞれの時期の最高出現数は、4月初めに0.05cells/ml、3月末に1cells/mlであった。*A. catenella* は5月中旬に初検出されてから7月まで出現がみられた。出現のピークは2回あり、それぞれの出現数は、6月中旬に26cells/ml、7月中旬に38cells/mlであった。*D. fortii* は4~7月にはほとんど出現はみられず、2,3月に若干数検出され、最高出現数は、3月下旬の0.1cells/mlであった。*D. acuminata* はほぼ全期間を通じて出現し、最高出現数は、4~7月期では6月中旬の1cells/ml、翌年の2,3月期では3月末の0.11cells/mlであった。

2) 有害プランクトン

有害プランクトンと球形シャットネラの出現数を図9に示した。

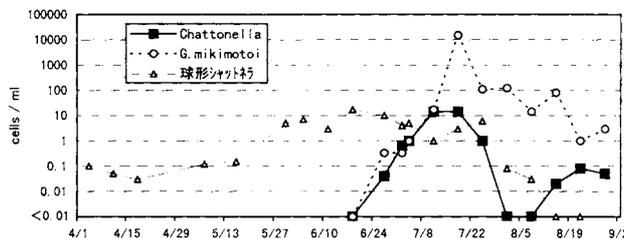


図9 有害プランクトンと球形シャットネラの出現数

6月下旬の台風通過直前に *Chattonella*、*G. mikimotoi* とともに1cells/ml以下の密度で初検出され、7月中旬初めにはそれぞれ14cells/ml、17cells/mlに増加した。その後、*Chattonella* は一時横ばいに推移した後減少し、赤潮を形成することなく終息した。一方、*G. mikimotoi* は、7月中旬後半に

赤潮を形成し、濃密な着色域では 15,000cells/mℓ に達した。着色域は短期間のうちに消失したが、8月中旬まで数十～100cells/mℓ の出現がみられ、8月下旬に減少し終息した。

### 3) プランクトン組成

St.5 におけるプランクトン (0～5m 層柱状採水) の出現数を図 10 に示した。

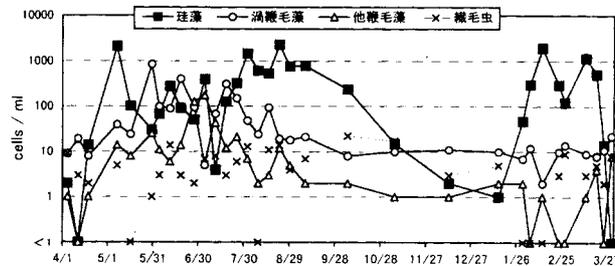


図 10 St.5 におけるプランクトンの出現数

珪藻の出現数は、4月には少なかったが、5月上旬には *Chaetoceros*, *Skeletonema* の増殖によって著しく多かった。その後再び減少し、7月まで概ね数十～数百 cells/mℓ の範囲で推移した。8月に入って出現数は増加し、9月上旬まで 500～2,000cells/mℓ の範囲で推移した。10月以降は減少し、12、1月は数 cells/mℓ と少なかった。2月に入ってから *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Eucampia* の増殖により増加し、3月下旬には急速に減少した。鞭毛藻類の出現数の多い時期は2回みられ、5月末～6月下旬に *Prorocentrum*, 7月中下旬には *G.mikimotoi* の増加によるものであった。

ネット採集によるプランクトン (0～10m 層鉛直曳) の沈澱量および優占種の推移を表 3 に示した。

表 3 ネット採集によるプランクトンの沈澱量および優占種の推移

地点 採集日	沈澱量 (ml/m <sup>3</sup> )	St.5 優 占 種		
		第1位	第2位	第3位
4月11日	7.6	<i>Ceratium</i>	<i>Copepoda</i>	<i>Noctiluca</i>
5月16日	14.5	<i>Noctiluca</i>	〃	<i>Ceratium</i>
6月4日	10.1	〃	〃	<i>Rhizosolenia</i>
7月4日	48.6	<i>Chaetoceros</i>	<i>Skeletonema</i>	<i>Coscinodiscus</i>
7月18日	8.2	<i>Noctiluca</i>	<i>Copepoda</i>	<i>Ceratium</i>
8月1日	60.6	<i>Chaetoceros</i>	<i>Nitzschia</i>	〃
9月8日	20.8	<i>Stephanopyxis</i>	<i>Chaetoceros</i>	<i>Thalassionema</i>
10月6日	16.7	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Thalassiosira</i>	〃
11月6日	9.5	〃	<i>Copepoda</i>	<i>Corethron</i>
12月12日	6.3	〃	〃	<i>Chaetoceros</i>
1月14日	4.1	〃	<i>Noctiluca</i>	<i>Copepoda</i>
2月4日	18.9	〃	<i>Chaetoceros</i>	<i>Thalassiosira</i>
3月13日	57.4	<i>Chaetoceros</i>	<i>Eucampia</i>	<i>Noctiluca</i>
最少量	60.6			
最少量	4.1			
平均	21.8			

(ネット: NXX13, 0～10m層鉛直曳)

4～6月は *Noctiluca* , *Ceratium* , *Copepoda* が優占し沈澱量は少なかった。8月には *Chaetoceros* , *Nitzschia* , 3月には *Chaetoceros* , *Eucampia* が優占し沈澱量も多かった。10月～翌年2月には *Coscinodiscus* が優占し沈澱量は少なかった。

## 8 底質

底質調査結果を表4に示した。

前年と比較して、CODは高め、全硫化物は低めであった。汚れの大きい地点は前年同様 St.5, 6で他地点に比べて全硫化物、強熱減量がきわだって高かった。

表4 内の海養殖漁場底質調査結果

年月日	地点	調査時刻 (時:分)	水深 (m)	泥温 (°C)	乾泥率 (%)	COD (O <sub>2</sub> mg/g 乾泥)	全硫化物 (Smg/g 乾泥)	強熱 減量 (500°C, %)	底質の性状					
									浮泥層厚 (mm)	浮泥 色	浮泥以外 色	臭気	粘性	
H9.9.25	2	9:28	7.9	24.6	44.5	30.29	0.26	5.6	泥	3	淡褐	灰黒	中	大
	3'	9:52	11.5	24.9	61.7	13.26	0.06	3.1	泥砂	10	淡褐	灰黒	不明	小
	4	10:01	11.6	25.0	53.3	19.70	0.27	5.0	泥砂	20	淡褐	灰黒	不明	中
	5	10:33	11.5	24.9	40.1	29.26	0.74	8.1	泥	10	淡褐	灰黒	強	中
	6	10:59	10.0	25.1	33.6	39.84	1.19	11.5	泥	10	黒	灰緑	強	中
	7	11:28	10.3	25.1	71.7	4.41	Tr	2.2	砂	0		灰黒	不明	小

Tr: 検出限界以下

## 考 察

本年は、球形シャットネラが4月～夏期に至るまで継続して出現し、細胞数は6月中旬に最高17cells/m<sup>l</sup>検出され、近年の本種の出現数としてはかなり多めであった。本種が多く出現する年には *Chattonella* 赤潮の発生事例が多いことから、赤潮発生予察指標の一つとなっている。*Chattonella* は、7月4日に1cells/m<sup>l</sup>検出され、1週間後には14cells/m<sup>l</sup>へと急増しており、球形シャットネラの出現との関連が高いことがうかがわれた。また、この時期の水温は栄養細胞の増殖、シストの発芽のいずれにとっても適したものであり、珪藻細胞数も少なかった。しかし、その後のさらなる増殖はなく終息へと向かっており、この要因として、7月上旬の窒素欠乏と同時期に出現していた *G.mikimotoi* (その後赤潮形成) が栄養塩競合種として働いたことが考えられる。